

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-275416

(P2000-275416A)

(43) 公開日 平成12年10月6日 (2000. 10. 6)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\*(参考)

G 0 2 B 5/18

G 0 2 B 5/18

2 H 0 4 9

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 1 5 D 5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-82499

(22) 出願日 平成11年3月25日 (1999. 3. 25)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 加藤 日出夫

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 前原 広

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100075948

弁理士 日比谷 征彦

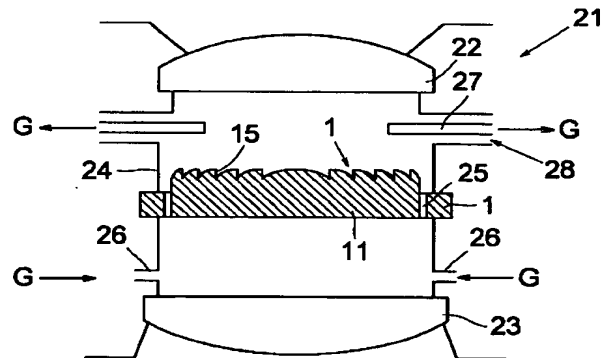
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学素子及び該素子を用いた光学系

(57) 【要約】

【課題】 回折光学素子の汚染を防止する。

【解決手段】 レンズユニット21には前玉レンズ22、後玉レンズ23、BO基板11とBO素子15から構成されているBOレンズ1が組み込まれている。また、レンズユニット21内部の雰囲気気を不活性ガスにより置換するために、BO素子15の外周部のBO基板11に4個の貫通孔25が設けられている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回折格子を設けた面をシールドした回折光学素子であって、表裏面間を貫通する貫通孔を設け、該貫通孔を介して気体を排気又は置換することを特徴とする光学素子。

【請求項2】 凹凸構造を設けた面をシールドした光学素子であって、表裏面間を貫通する貫通孔を設け、該貫通孔を介して気体を排気又は置換することを特徴とする光学素子。

【請求項3】 前記貫通孔は外周部に設けたことを特徴とする請求項1又は2に記載の光学素子。

【請求項4】 表裏面に対し貫通孔を有する回折光学素子を組み込んだことを特徴とする光学系。

【請求項5】 表裏面に対し貫通孔を有する光学素子と表裏面に対し貫通孔を有する光学レンズとから成ることを特徴とする光学系。

【請求項6】 光学部材に設けた貫通孔を介して気体を置換し内部の汚染を防止することを特徴とする光学系の汚染防止方法。

【請求項7】 請求項4の光学系を備えたことを特徴とする照明光学系。

【請求項8】 請求項5の光学系を備えたことを特徴とする投影光学系。

【請求項9】 請求項7の照明光学系を備えたことを特徴とする半導体製造用露光焼付装置。

【請求項10】 請求項8の投影光学系を備えたことを特徴とする半導体製造用露光焼付装置。

【請求項11】 請求項8又は9の半導体製造用露光焼付装置を用いて製造したことを特徴とする半導体デバイス。

【請求項12】 請求項10の半導体製造用露光焼付装置を用いて製造したことを特徴とする半導体デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レンズ、露光装置、撮影装置、照明装置等に使用される光学素子及び該素子を用いた光学系に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】回折格子は従来から分光器の分光素子として使用されてきており、その形状は鋸歯状の所謂ブレードタイプと呼ばれており、回折効率 $100\%$ に達するものもある。

【0003】また近年では、回折を利用した光学素子として階段状形状のバイナリオプティクス(BO)素子が注目されており、BOレンズと呼ばれ、色消し効果、非球面効果を有しているため、新しい光学系への発展に大きな期待が持たれている。

【0004】一般のスチールカメラ等の可視光線に適用するレンズ光学系は、金属の型材を用いたプラスチックの型加工法及びガラスのモールド法により製造が可能で

ある。しかし、紫外線等の波長の短い光線に適用させるためには、光の吸収が少ない紫外線用の硝材や、より微細な加工精度が要求されるため、型加工法、モールド加工法、レンズ材料等の技術の確立が困難である。また、紫外線等の波長の短い光線に適用するBOレンズへの要求仕様は、現状のブレードタイプの加工限界つまり切削加工限界を大幅に越えている。

【0005】そこで、石英に対し半導体製造用の紫外線を用いたフォトリソグラフィ技術とドライエッチング加工技術を用いた手法が考案され、それにより高精度の微細加工が或る程度可能となっている。しかし、希望するBOレンズのサイズが直径 $20\text{mm}$ 程度であれば、3枚のクロムマスクを用いた各1回の露光、即ち合計3回の露光と各3回のフォトリソグラフィプロセスとドライエッチングプロセスの繰り返しにより製造が可能である。しかし、実際に半導体用縮小露光焼付装置(ステッパ)に適用するための直径 $200\text{mm}$ 程度のBOレンズを製作するためには、 $100$ 近い分割が必要となり、分割に応じてマスクの数が増加し、少なくとも $15$ 枚のマスクが必要とされる。このように、製造工数の増加と複雑な工程はBO素子の生産性の低下とコストアップにつながる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の従来例により得られたBO素子の表面には微細な加工が施してあるため、取り扱いに非常に注意を要する。更に、最近では光学系の汚染が問題となっており、従来のg線( $\lambda=435\text{nm}$ )及びi線( $\lambda=365\text{nm}$ )では顕著ではなかったものの、KrF( $\lambda=248\text{nm}$ )、ArF( $\lambda=194\text{nm}$ )そしてF<sub>2</sub>( $\lambda=157\text{nm}$ )レーザー光のような高エネルギーの光線を使用することにより、周囲の雰囲気等の影響により汚染物質が析出、堆積することがある。また、従来の清浄ルームは塵埃に対してのみ対処しており、化学物質に対しては対応しておらず、またレジストの露光、現像プロセスに起因し発生する分解、揮発成分もBO素子に大きな影響を与えている。

【0007】このような問題の対策として、従来の光学レンズにおいてはレンズ系の分解、拭き、洗浄等により或る程度は解決可能であるが、BOレンズにおいては表面に微細な凹凸が施してあるため対応は極めて困難である。

【0008】また、従来のシールド方法としては、BOレンズの上面をベリクル等の薄膜又は光透過性樹脂により覆う方法があり、可視光線領域において使用する光学系に対しては或る程度対応できるが、遠紫外線領域に適用させるためには光の吸収が大きいため採用することができない。

【0009】本発明の目的は、上述の問題点を解消し、表面が汚れ難いシールドタイプの回折光学素子を提供す

ることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明に係る光学素子は、回折格子を設けた面をシールドした回折光学素子であって、表裏面間を貫通する貫通孔を設け、該貫通孔を介して気体を排気又は置換することを特徴とする。

【0011】また、本発明に係る光学素子は、凹凸構造を設けた面をシールドした光学素子であって、表裏面間を貫通する貫通孔を設け、該貫通孔を介して気体を排気又は置換することを特徴とする。

【0012】本発明に係る光学系は、表裏面に対し貫通孔を有する回折光学素子を組み込んだことを特徴とする。

【0013】本発明に係る光学系は、表裏面に対し貫通孔を有する光学素子と表裏面に対し貫通孔を有する光学レンズとから成ることを特徴とする。

【0014】本発明に係る光学系の汚染防止方法は、光学部材に設けた貫通孔を介して気体を置換し内部の汚染を防止することを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。図1は第1の実施例におけるBOレンズ1の斜視図、図2は断面図を示している。設計上では、使用波長248nmのKrFエキシマレーザー用を想定したものであり、約18000本の輪帯2が刻設され、各輪帯2はそれぞれ8段の階段状のBO形状を有している。

【0016】図3は8段の階段状BO素子単位の模式図を示しており、最外殻の輪帯2は設計値では各段の幅が $0.35\mu\text{m}$ 、高さが $0.062\mu\text{m}$ であり、輪帯単位の幅と高さはそれぞれ $2.8\mu\text{m}$ 、 $0.434\mu\text{m}$ である。

【0017】図4は製造時のBOレンズ1及びマスクの断面図を示しており、BO基板11には直径220mm、厚さ2mmの石英基板を使用し、BO基板11の上方に3枚のクロムマスク12～14を配置する。

【0018】BOレンズ1の作成には $\lambda=365\text{nm}$ のi線用のステッパを使用し、クロムマスク12～14のパターンをBO基板11上のフォトリソに縮小焼付けした後に、現像されたレジストパターンを平行平板型のドライエッチング(RIE)装置を用いてBO基板11の表面をエッチング加工することによりBOレンズ1が得られる。本実施例においては、3枚のクロムマスク12～14を使用し、上述のプロセスを3回繰り返すことにより、BO基板11上に輪帯2から成る8段のBO素子15が形成される。

【0019】直径220mmのBO基板11への露光焼付け及び加工プロセスは、BO基板11を76分割し、3枚のマスク12～14を5組、つまり合計15枚のク

ロムマスクを用いて、 $76\times 3$ の合計228回による露光焼付けと3回のドライエッチングプロセスにより得ることができる。

【0020】図5はBOレンズ1を組み込んだレンズユニット21の断面図を示している。このレンズユニット21には、前玉レンズ22、後玉レンズ23、BO基板11とBO素子15から構成されたBOレンズ1が組み込まれている。また、BOレンズ1と前玉レンズ22、後玉レンズ23との間はそれぞれ密閉空間とされ、円筒状の外周部材24により閉塞されている。BOレンズ1のBO基板11は外周部材24に支持されており、BO基板11の密閉空間に面する外周部に例えば直径3mmの4個の貫通孔25が対称的に穿けられている。

【0021】この貫通孔25の孔穿け加工は、予めBO基板11にBO素子15を加工する前に行う場合と加工後に行う場合があるが、本実施例においては、BO素子15が加工されたBOレンズ1に孔穿け加工を施している。また、密閉空間内の雰囲気置換するため、後玉レンズ23の付近のガス導入口26から、清浄な窒素ガスGを貫通孔25を介してBOレンズ1と前玉レンズ22との密閉空間に導入する。これらの密閉空間を満たしていた空気及び置換した窒素ガスGは絞板27を有するガス放出口28から排気される。また、本実施例においては窒素ガスを使用したBOレンズ1の汚染原因となる塵、化学物質、湿気等を含まないガスであれば、ヘリウム、水素、清浄空気等でもよい。

【0022】このような汚染防止対策を施したレンズユニット21は、6ヶ月間の使用においても汚染が見られず良好な結果を得ることができる。なお、本発明は必ずしも回折格子を有する光学素子だけではなく、凹凸構造等を有する光学素子に対しても適用できる。

【0023】図6はBOレンズ1を組み込んだレンズユニット31の断面図を示している。本実施例においては、BOレンズ1及びその前後に配置されている前玉レンズ22、後玉レンズ23に貫通孔32、33、34がそれぞれ穿けられている。

【0024】レンズユニット31の外周部材35に設けられたガス導入口36から導入された置換ガスGは、前玉レンズ22に設けた貫通孔33を介してBO素子15との空間における雰囲気置換し、更に置換ガスGはBOレンズ1及びBO基板11に設けた貫通孔32、25を介して後玉レンズ25との空間に導入される。そして、この空間をガス置換した後に、後玉レンズ23に設けられた貫通孔34を介して外部に排気される。

【0025】このような汚染防止対策を施したレンズユニット31においても、6ヶ月間の使用においても汚染が見られず、良好な結果を得ることができる。

【0026】図7はKrFエキシマレーザー光( $\lambda=248\text{nm}$ )を用いたステッパの模式図を示しており、エキシマレーザー出力装置41から射出されたKrFエキ

シマレーザ光は反射ミラー42により反射され、第1、2の実施例において製作されたレンズユニット21又はレンズユニット31を組み込んだ照明光学系43に導光される。この照明光学系43において均一な照度分布に揃えられた光束はレチクル44を照明し、このレチクル44の照明により形成されたパターン光はレンズユニット21又はレンズユニット31を組み込んだ投影光学系45により1/4の大きさに縮小され、シリコンウェハ46上のレジスト膜47上に投射される。この投射による焼付けは、ステージ48により位置決めとステップアンドリピートにより順次、焼付けられる。

【0027】このように、レンズユニット21又はレンズユニット31が組み込まれKrFエキシマレーザを用いたステッパを用いて半導体デバイスを製作することができる。この場合に、照明光学系43、投影光学系45はBOレンズ1を使用しているために、薄型化、軽量化が実現でき、更には光学系の汚染対策が容易となる。

【0028】図8はICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル或いはCCD等の半導体デバイスの製造工程図を示している。先ず、ステップ1において半導体デバイスの回路設計を行い、続いてステップ2においてステップ1で設計した回路パターンをEB描画装置を用いてクロムマスク板上に描画を行い、レチクルを作成する。

【0029】一方、ステップ3においてシリコン等の材料を用いてウェハを製造する。その後、前工程と呼ばれるステップ4において、ステップ2、3において用意したレチクル及びウェハを用い、リソグラフィ技術によってウェハ上に回路を形成する。更に、後工程と呼ばれるステップ5において、ステップ4で製造されたウェハを用いてダイシング、ボンディング等のアセンブリ工程、チップ封入等のパッケージング工程を経て半導体チップ化する。その後、チップ化された半導体デバイスはステップ6において動作確認テスト、耐久テスト等の検査を行われる。このような一連の工程を経て、半導体デバイスは完成し、ステップ7に進み出荷される。

【0030】図9は図8において上述したステップ3におけるウェハ製造の詳細な製造工程図を示している。先ず、ステップ11においてウェハ表面を酸化させる。続いてステップ12においてウェハ表面をCVD法により絶縁膜を形成し、ステップ13において電極形成を行う。更にステップ14に進み、ウェハにイオンを打込み、続いてステップ15においてウェハ上に化学増幅型レジストを塗工する。更にステップ16で、図8において説明したKrFエキシマレーザステッパのステップアンドリピート露光によりレチクルの回路パターンをウェハ上のレジスト膜上に焼付ける。その後、ステップ

17においてステップ16において露光したウェハ上のレジストを現像する。

【0031】また、この工程では予め、化学増幅型レジストに特有なPEB(Post Exposure Bake)工程を含む。更にステップ18に進み、ステップ17において現像したレジスト像以外の部分をエッチングする。その後、ステップ19においてエッチングが済んで不要となったレジストを剥離する。更に、これらの一連の工程を繰り返し行うことにより、ウェハ上に多重の回路パターンを形成することができる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る光学素子は、貫通孔を有するために密閉空間に配置した場合に、貫通孔を介して雰囲気ガスを置換できる。

【0033】また、本発明に係る光学系は、貫通孔を有する回折光学素子を組んでいるために内部の汚染された内部雰囲気清浄ガスと置換できる。

【0034】更に、本発明に係る光学系は、貫通孔を有する回折光学素子を組んでいるために内部の汚染された内部雰囲気清浄ガスと置換できる。

【0035】また、本発明に係る光学系の汚染防止方法は、内部の密閉空間に配置した回折光学素子、光学レンズの貫通孔を介して気体を置換することにより内部の汚染された雰囲気清浄ガスを置換する。

【図面の簡単な説明】

【図1】BOレンズの斜視図である。

【図2】BOレンズの断面図である。

【図3】階段状BO素子の模式図である。

【図4】BOレンズ及びマスクの断面図である。

【図5】レンズユニットの断面図である。

【図6】レンズユニットの断面図である。

【図7】ステッパの模式図である。

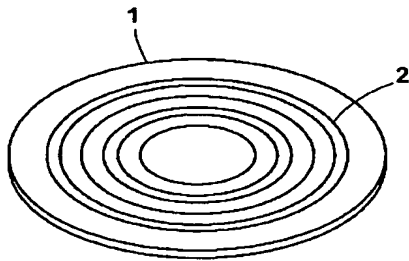
【図8】半導体デバイスの製造工程図である。

【図9】ウェハの製造工程図である。

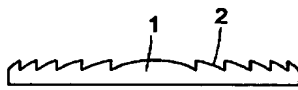
【符号の説明】

- 1 BOレンズ
- 11 BO基板
- 12、13、14 クロムマスク
- 15 BO素子
- 21、31 レンズユニット
- 22 前玉レンズ
- 23 後玉レンズ
- 24、32、33、34 貫通孔
- 25 ガス導入口
- 28 ガス放出口

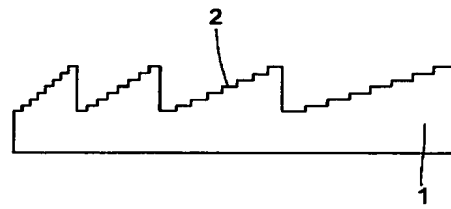
【図1】



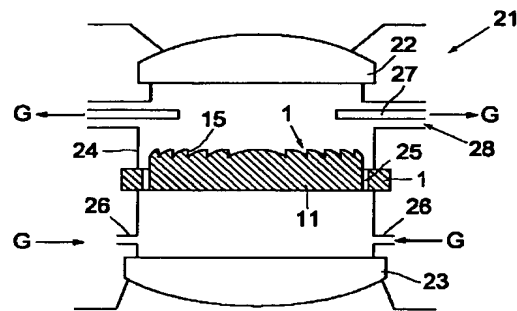
【図2】



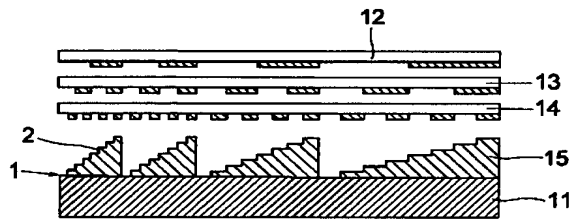
【図3】



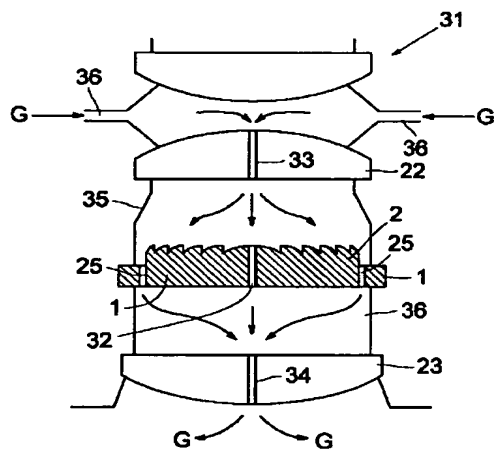
【図5】



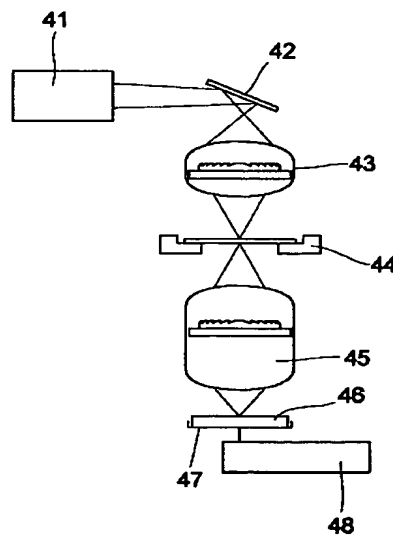
【図4】



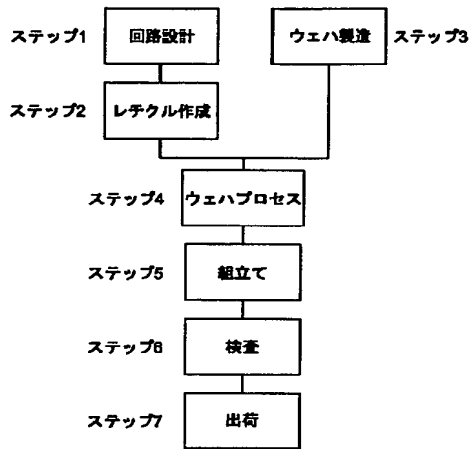
【図6】



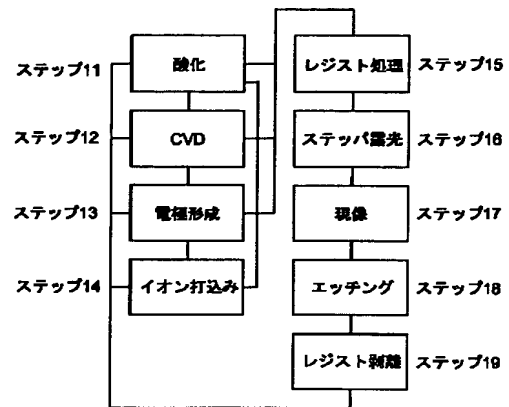
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H049 AA04 AA33 AA36 AA37 AA44  
AA48 AA55 AA63 AA64  
5F046 AA11 AA13 AA22 BA04 CA04  
CB17 CB23 CB24

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-275416

(43)Date of publication of application : 06.10.2000

(51)Int.Cl.

G02B 5/18  
H01L 21/027

(21)Application number : 11-082499

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 25.03.1999

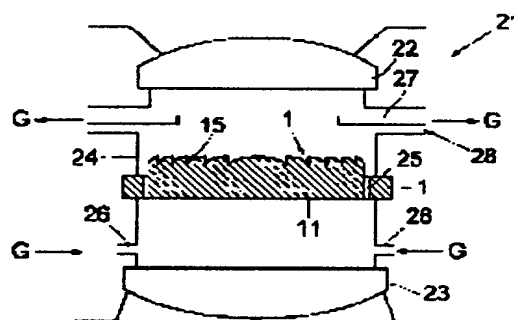
(72)Inventor : KATO HIDEO  
MAEHARA HIROSHI

## (54) OPTICAL ELEMENT AND OPTICAL SYSTEM USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent contamination of a diffraction optical element.

SOLUTION: A front lens 22, a rear lens 23, and a BO lens 1 comprising a BO substrate 11 and a BO element 15 are incorporated into a lens unit 21. Four through holes 25 are provided in the BO substrate 11 on the outer periphery of the BO element 15 in order to substitute an inert gas for the atmosphere within the lens unit 21.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]